



①8 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Off nlegungsschrift
⑩ DE 199 44 857 A 1

⑤1 Int. Cl. 7:
H 01 J 37/147
G 03 F 7/20
H 01 J 37/317

②1 Aktenzeichen: 199 44 857.4
②2 Anmeldetag: 18. 9. 1999
④9 Offenlegungstag: 22. 3. 2001

DE 199 44 857 A 1

⑦1 Anmelder:
CEOS Corrected Electron Optical Systems GmbH,
69120 Heidelberg, DE

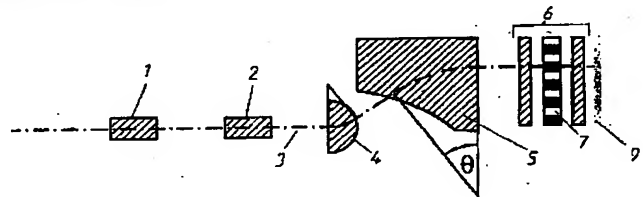
⑦4 Vertreter:
Pöhner, W., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 97070
Würzburg

⑦2 Erfinder:
Rose, Harald, Prof. Dr., 64289 Darmstadt, DE;
Schmid, Peter, 64289 Darmstadt, DE; Sanzen,
Roland, Dr., 64289 Darmstadt, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Elektronenoptische Linsenordnung mit weit verschiebbarer Achse

⑤7 Die Erfindung betrifft eine elektronenoptische Linsen-
anordnung mit weit verschiebbarer Achse, insbesondere
für die Elektronenlithographie, mit einer Zylinderlinse
und einem Quadrupolfeld, dessen Symmetrieebene in
der Mittelebene des Spaltes der Zylinderlinse verläuft,
wobei die fokussierende Ebene des Quadrupols in Rich-
tung des Spaltes ausgerichtet ist und die fokussierende
Brekraft der Zylinderlinse betragsmäßig doppelt so
groß wie die des Quadrupols ist, wobei ein Ablensystem
für die geladenen Teilchen in der Ebene des Spaltes der
Zylinderlinse vorgeschaltet ist und in Richtung des Spal-
tes der Zylinderlinse mehrere, ein Quadrupolfeld erzeu-
gende Elektroden bzw. Polschuhe vorhanden sind, die in-
dividuell und vorzugsweise sukzessive erregbar sind und
das Quadrupolfeld entsprechend der Ablenkung des Teil-
chenstrahls derart verschoben wird, daß der Teilchen-
strahl im Bereich des Quadrupolfeldes auftrifft sowie eine
Halterung für das Objekt vorhanden ist, die senkrecht zur
optischen Achse und zur Richtung des Spaltes der Zyl-
inderlinse verschiebbar ist.



DE 199 44 857 A 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine elektronenoptische Linsenordnung mit weit verschiebbarer Achse, insbesondere für die Elektronenlithographie, mit einer Zylinderlinse und einem Quadrupolfeld, dessen Symmetrieebene in der Mittelebene des Spaltes der Zylinderlinse verläuft, wobei die fokussierende Ebene des Quadrupols in Richtung des Spaltes ausgerichtet ist und die fokussierende Brechkraft der Zylinderlinse betragsmäßig doppelt so groß wie die des Quadrupols ist.

Eine der Hauptanwendungsgebiete der Elektronenstrahlolithographie ist die Herstellung elektronischer Bauelemente und integrierter Schaltungen auf der Oberfläche scheibenförmiger Halbleiterkristalle (Wafer). Deren angestrebte Verkleinerung erfordert das Schreiben von Strukturen möglichst minimaler Größe. Der entscheidende Vorteil gegenüber der optischen Lithographie besteht darin, daß die Wellenlängen der Elektronen im Vergleich zum Licht wesentlich geringer sind und somit die Abbildung kleinerer Strukturen erlaubt. Desweiteren besitzen Elektronenstrahlschreiber die Fähigkeit sehr kleine Strukturen schnell zu schreiben, haben jedoch gegenüber lichtoptischen Projektionen den Nachteil der längeren Belichtungszeit, das Erfordernis der Herstellung eines guten Vakuums und eines in der Bildebene schnell und präzise bewegbaren Tisches, wobei sich diese Forderung daraus ergibt, daß die bekannten elektronenoptischen Ablenkelemente den Strahl nur im Millimeterbereich fehlerarm ausulenken vermögen. Aus diesem Grunde wird die Elektronenstrahlolithographie bislang vor allem für die Herstellung von Masken zur optischen Lithographie und für die Herstellung von Custom Chips verwendet, bei denen die benötigte Zeit von untergeordneter Bedeutung ist.

Von Goto und Soma, veröffentlicht in der Zeitschrift "Optik" 48, 255-270 MOL (moving objective lense), 1977, wird der Vorschlag gemacht, einem Rundlinsenfeld Ablenkfelder zu überlagern durch die sich das Bildfeld erweitern läßt, was noch nicht ausreicht um ein Bildfeld von der Ausdehnung eines Wafers zu erhalten, so daß nach wie vor der Bohrungsdurchmesser der Rundlinse das nutzbare Bildfeld in entscheidender Weise begrenzt. Zudem ist weiterhin eine in einer Ebene senkrecht zum Elektronenstrahl zweidimensional bewegliche Werkstückhalterung erforderlich, von der die Leistungsfähigkeit des Systems und die minimale Größe der erzeugbaren Strukturen von der Bewegungsgenauigkeit abhängt und die Bewegungsgeschwindigkeit der Halterung die maximale Schreibgeschwindigkeit bestimmt.

Zur Fokussierung geladener Teilchen sind Zylinderlinsen bekannt (H. Rose, Optik 36, 1971, Seite 19-36), bei denen die Elektroden bzw. Polschuhe zur Erzeugung des elektrischen bzw. magnetischen Feldes eine spaltförmige Öffnung aufweisen, deren Längsachse senkrecht zur optischen Achse ausgerichtet ist, wobei diese mit der optischen Achse eine Ebene aufspannt, die die Mittelebene der Zylinderlinsenordnung beschreibt. Eine stigmatische Abbildung ist mit Hilfe von Zylinderlinsen prinzipiell unmöglich, da lediglich senkrecht zur Spaltrichtung eine fokussierende Wirkung eintritt, wohingegen die Bewegungskomponenten der abzubildenden geladenen Teilchen parallel des Spaltes keine Ablenkung erfahren (oder umgekehrt). Die erhaltenen stabförmigen astigmatischen Punktbilder sind zur Abbildung ungeeignet. Aus der PCT/DE 97/05518 ist eine elektronenoptische Linsenordnung bekannt, bei welcher die Zylinderlinse ein Quadrupolfeld überlagert und derart zugeordnet wird, daß die fokussierende Ebene des Quadrupoles in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse ausgerichtet ist und demzufolge die defokussierende Ebene senkrecht dazu bei ko-

axialen optischen Achsen verläuft. Demnach erfolgt die Fokussierung in der einen, der Spaltebenen durch das Quadrupolfeld und in der senkrecht hierzu verlaufenden Ebene durch die Zylinderlinse, deren Stärke so einzustellen ist, daß eine Eliminierung des defokussierenden Anteiles des Quadrupolfeldes eintritt. Wird die fokussierende Wirkung in beiden senkrecht zueinander verlaufenden Ebenen gleich einjustiert ergeben die Kombination der beiden Linsen stigmatische Abbildungen.

Hiervon ausgehend hat sich die Erfindung die Schaffung einer elektronenoptischen Linsenordnung zur Aufgabe gemacht, welche in einer Richtung einen sehr großen Arbeitsbereich aufweist und den Strahl auch in den weit von der Mitte entfernten Bereichen im wesentlichen stets senkrecht auf das Objekt auftreffen läßt.

Gelöst wird diese Aufgabe erfindungsgemäß dadurch, daß ein Ablensystem für die geladenen Teilchen in der Ebene des Spaltes der Zylinderlinse vorgeschaltet ist und

- in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse mehrere, ein Quadrupolfeld erzeugende Elektroden bzw. Polschuhe vorhanden sind, die individuell und vorzugsweise sukzessive erregbar sind und
- das Quadrupolfeld entsprechend der Ablenkung des Teilchenstrahles derart verschoben wird, daß der Teilchenstrahl im Bereich des Quadrupolfeldes auftritt sowie
- eine Halterung für das Objekt vorhanden ist, die senkrecht zur optischen Achse und zur Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verschiebbar ist.

Der Kerngedanke der Erfindung besteht darin, der aus Zylinderlinse und Quadrupolfeld bestehenden elektronenoptischen Linsenordnung ein Ablensystem vorzuschalten, welches den in aller Regel aus Elektronen bestehenden Teilchenstrahl im wesentlichen achsparallel und in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verschiebt und das Quadrupolfeld im Auftreffpunkt des Teilchenstrahles innerhalb der Linsenordnung erzeugt wird. Die räumliche Verschiebung des Quadrupolfeldes erfolgt auf elektronischem Wege, d. h. das Quadrupolfeld wird im Bereich des Auftreffpunktes des Teilchenstrahles durch Beaufschlagung der dort befindlichen Elektroden (bei elektrischen Linsen) oder Polschuhen (bei magnetischen Linsen) erregt. Für die konkrete bauliche Realisierung sind grundsätzlich zwei Prinzipien denkbar: Zum einen läßt sich das Quadrupolfeld diskontinuierlich in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse sprunghaft verschieben, so daß bei stetigem Verschieben des Teilchenstrahles dieser in der Regel etwa außerhalb der Achse des Quadrupolfeldes durch die Linsenordnung tritt. Diese geringen Abweichungen von der Achse des Quadrupolfeldes geben Anlaß zum Entstehen elektronenoptischer Bildfehler, die aufgrund der geringen Abweichungen jedoch so klein sind, daß sie die Qualität der optischen Abbildung nicht nennenswert zu beeinträchtigen vermögen. Daneben sind auch Anordnungen denkbar, bei denen synchron zur Ablenkung des Teilchenstrahles und somit kontinuierlich das Quadrupolfeld in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verschoben wird. Eine entsprechende Justierung läßt erreichen, daß der Teilchenstrahl exakt in der Achse des Quadrupolfeldes verläuft, so daß ein Auftreten von aufgrund des außeraxialen Durchtritts des Teilchenstrahles durch Quadrupolfeld erzeugte Bildfelder unterbleiben. Aufgrund der Tatsache, daß die Erzeugung des Quadrupolfeldes die baulich konstruktive Anordnung von Elektroden bzw. Polschuhen vorsehen, die einen Eigenplatzbedarf erfordern und demzufolge in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse von endlicher Ausdehnung sind, erweist sich die Verschiebung des Quadrupolfel-

des in infinitesimal kleinen Schritten als theoretisch erwünscht, in der Praxis jedoch nur als approximierbar. Der Teilchenstrahl wird bei der vorgeschlagenen Anordnung auch in den von der Objektmittte weit entfernten Bereichen im wesentlichen senkrecht und in unveränderter optischer Abbildungsqualität auf das Objekt auftreffen. Ohne Qualitätseinbuße ist somit eine Verschiebung des Teilchenstromes über einen Bereich möglich, wie er durch die Breite des Spaltes der Zylinderlinse begrenzt wird. Das Ergebnis ist, daß sich eine exakte optische Abbildung entlang einer in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verlaufenden Geraden vornehmen läßt. Die durch die Bohrung der Rundlinsen bedingte Einschränkung des Bildfeldes entfällt.

Gegenüber den bisherigen Anordnungen der Elektronenlithographie zum Beschreiben des Objektes, bei denen eine zweidimensionale Verschiebung senkrecht zum Elektronenstrahl auf mechanischem Wege unabdingbar war, was bekanntlich eine erhebliche Einschränkung der Leistungsfähigkeit zur Folge hat, ist das Objekt nunmehr noch in einer Richtung senkrecht zum Spalt der Zylinderlinse, jedoch weiterhin in einer senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Ebene und demzufolge nur noch eindimensional zu verschieben. Eine eindimensionale Verschiebung zudem bei geringerer Geschwindigkeit läßt ein wesentlich präziseres Arbeiten zu.

Die Benutzung geschieht im wesentlichen in an sich bekannter Weise indem das Objekt, bei dem es sich im Falle einer Elektronenlithographie häufig um einen Halbleiterwafer handeln wird, eindimensional senkrecht zur optischen Achse und auch zum Spalt der Zylinderlinse mechanisch verschiebbar fixiert wird. Senkrecht hierzu erfolgt das Beschreiben durch den Teilchenstrahl mit Hilfe der vorgeschriebenen elektronenoptischen Linsenanordnung in einem sehr langen linienförmigen Bereich, der in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verläuft und entlang dem eine gute stigmatische Abbildung aller Punkte möglich wird. Mit der vorgeschriebenen Anordnung kann bei einer Auflösung von 0,025 Mikrometer und einem Achsabstand von 5 mm eine zeichnungsreiche Abbildung erfolgen. Im Ergebnis erhält man eine deutliche Vergrößerung des in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verlaufenden linienförmig abgebildeten Bereiches hoher optischer Qualität. Senkrecht hierzu, d. h. in Verschieberichtung des Objektes wird die Abbildungsqualität durch die Verschiebegenauigkeit der Mechanik weiterhin bestimmt, wobei darauf hinzuweisen bleibt, daß die Eindimensionalität und das langsamere Verschieben ein wesentlich präziseres Arbeiten der Mechanik zuläßt.

Im Rahmen der Erfindung steht grundsätzlich frei, ob Quadrupol- und/oder Zylinderfeld elektronisch oder magnetisch erzeugt werden. Als zweckmäßig wurde erkannt, daß Zylinder- und/oder insbesondere das zu verschiebende Quadrupolfeld elektrisch zu wählen, weil dann unter Umgehung von Remanenzen und Wirbelströmen eine schnelle Feldverschiebung möglich ist.

Zur konkreten Realisierung des in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verschiebbaren elektrischen Quadrupolfeldes wird die Mittelelektrode der Zylinderlinse in Richtung des Spaltes in einzelne elektrisch gegeneinander isolierte Binzelelektroden unterteilt, die individuell ansteuerbar sind. Zur Verschiebung und zur Erzeugung des gewünschten elektrischen Feldes werden sukzessive die Einzelelektroden unter entsprechende Spannung gesetzt. Das sukzessive Ansteuern der benachbarten Elektroden bewirkt die gewünschte Verschiebung.

Zur Reduzierung vieler, aufgrund der krummen optischen Achse hervorgerufenen Bildfehler zweiter Ordnung ist bevorzugt, die Felder und daraus resultierend die Fundamentalbahn symmetrisch zur Mittelebene der Linse zu wählen.

Bislang beschrieben wurde eine Anordnung, bei der eine einzige Quelle (Elektronenquelle) den Teilchenstrahl zur Beschreibung des Objektes erzeugt und in der vorgeschriebenen Weise ablenkt. Eine wesentliche Verbreiterung des Bildfeldes in Richtung der fehlerfrei abbildenden, in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verlaufenden Gerade läßt sich dadurch erreichen, daß mehrere der vorgeschriebenen Anordnungen parallel zueinander und in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse nebeneinander angeordnet werden, in der Weise, daß sich der Abbildungsbereich benachbarter Anordnungen überlappt oder doch zumindest aneinander anschließt. Bei N gleichartigen Anordnungen läßt sich dann eine N-fache Bildbreite erzielen. Aufgrund der Möglichkeit des synchronen Arbeitens jeder einzelnen Anordnung verbleibt es bei der Schreibdauer, die eine Einzelanordnung benötigt.

Eine weitere Möglichkeit der Verkürzung der Schreibdauer läßt sich dadurch erreichen, daß mehrere der vorgeschriebenen Anordnungen senkrecht zur Richtung des Spaltes und damit übereinander angeordnet sind. Hierdurch erreicht man, daß das Objekt gleichzeitig in mehreren, in Bewegungsrichtung des Objektes hintereinander liegenden Bereichen beschrieben wird, sodaß ein Teilchenstrahl nur einen einzigen Teilbereich abzudecken hat. Die Verschiebung des Objektes hat nur so zu erfolgen, daß der Strahl nur den ihm zugeordneten Bereich abdecken muß.

Die in der Spaltebene der Zylinderlinse wirkenden und diesen vorgeschalteten Ablenkensysteme sollen ein möglichst senkrecht auf das Objekt sicherstellen, d. h. der Teilchenstrahl ist achsparallel zu versetzen. Aus diesem Grunde empfiehlt sich das Ablenkensystem aus zwei in Richtung des Teilchenstrahles hintereinander angeordneten Elementen aufzubauen, die in zwei gegensätzliche Richtungen ablenken, d. h. der Strahl wird im ersten Element von der optischen Achse weg ausgelenkt und im zweiten Element achsparallel ausgerichtet. Hierbei ist die räumliche Anordnung der Elemente zueinander und zur Zylinderlinse grundsätzlich beliebig. Eine einfache bauliche Realisierung könnte darin bestehen, im Eingangsbereich der Zylinderlinse das zweite Element durch Anbringung eines Dipoles anzuordnen. Wichtig ist, bei unterschiedlichen Ablenkungen die Paraxialität des Strahles zu gewährleisten. Im allgemeinsten Fall ist die Frage der Umsetzung der Ablenkung, sei es durch elektrische oder magnetische Felder, grundsätzlich beliebig.

Im Hinblick auf das der Linsenanordnung vorgeschalteten Ablenkensystems wird eine Realisierung als bevorzugt angesehen, in der neben einem statischen magnetischen ein zweites in Richtung des Strahlenganges vorgeschaltetes zeitlich verändertes Magnetfeld vorgesehen wird. Durch unterschiedliche Beaufschlagung des letzteren wird der Teilchenstrahl achsparallel in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse verschoben.

Von Vorteil ist, die Formung des Polschuhs des statischen Magnetfeldes so zu wählen, daß unabhängig von der Ablenkung des austretenden Teilchenstromes durch das vorgeschaltete Magnetfeld stets Paraxialität zum einfallenden Teilchenstrom erzeugt wird.

Weitere Einzelheiten, Vorteile und Merkmale der Erfindung lassen sich dem nachfolgenden Beschreibungsteil entnehmen, in dem anhand der Zeichnung ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert ist. Es zeigen:

Fig. 1 ein in schematischer Darstellung gehaltenes Blockschaltbild der erfindungsgemäßen Linsenanordnung,

Fig. 2 N Anordnungen in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse nebeneinander.

Die in Fig. 1 wiedergegebene Linsenanordnung läßt sich in ihrem grundsätzlichen Aufbau in drei Bereichen untertei-

len:

Der Teilchenstrom geht aus von Elementen, die die geladenen Teilchen, z. B. die Elektronen, erzeugen – dies geschieht im Element 1 – und anschließend zur Erzeugung eines Strahles fokussieren (Element 2). Dabei ist die einen gekrümmten Verlauf zeigende optische Achse (3) in strichpunktierter Linienführung wiedergegeben.

Nach dem Bereich der Teilchenerzeugung schließt sich der der Ablenkung an, welcher in Richtung des Strahlenganges aus einem ersten Magnetfeld (4) und einem sich daran anschließenden zweiten Magnetfeld (5) zusammensetzt, wobei im ersten Feld (4) durch Veränderung der Magnetfeldstärke eine unterschiedliche Ablenkung erzeugt wird und durch das weitere, jedoch statische Magnetfeld (5) eine im wesentlichen paraxiale Ausrichtung des Teilchenstromes erfolgt. Im Ergebnis erhält man aufgrund des Ablenkungssystems (4, 5) einen in seinem Abstand zur Mittelachse einstellbaren paraxialen Versatz. Die eigentliche Abbildung erfolgt im letzten Bereich, der aus einer Zylinderlinse (6) mit einer als Kammlinse ausgebildeten Mittelelektrode (7) aufgebaut ist. Durch sukzessives Beaufschlagen der einzelnen Elektroden mit einer Spannung geeigneter Größe läßt sich an unterschiedlichen Stellen ein Quadrupolfeld erzeugen. Die Ansteuerung hat derart zu erfolgen, daß im Auftreffpunkt des Teilchenstrahles ein Quadrupolfeld erregt wird mit einer solchen Stärke, daß eine Fokussierung des in Richtung des Spaltes verlaufenden Ebene auf den Bildpunkt eintritt und in der senkrecht hierzu verlaufenden Ebene aufgrund der Überlagerung des Feldes von Zylinderlinse und Quadrupol und geeigneter Einstellung des Zylinderfeldes ebenfalls eine Fokussierung auf demselben Bildpunkt stattfindet, so daß eine stigmatische Abbildung vorliegt. Durch sukzessives Ablenken des Teilchenstromes und entsprechendes Verschieben des Quadrupolfeldes wird in einer sich über die gesamte Breite des Spaltes erstreckenden Gerade eine stigmatische Abbildung möglich. Um das flächenhafte Beschreiben des mit "Wafer" bezeichneten Objektes (9) zu erhalten, muß dieser in einer senkrecht zur optischen Achse verlaufenden Ebene und zwar senkrecht zur Richtung des Spaltes verschoben werden. Im Vergleich zum Stand der Technik ist nunmehr eine eindimensionale und relativ langsame Verschiebung des Objektes vonnöten.

Fig. 2 zeigt eine Linsenordnung mit drei parallel zueinander angeordneten Vorrichtungen vorbeschriebener Art. Eingzeichnet sind drei Bündel (3a, 3b, 3c), die durch ein als Kondensator charakterisiertes Ablenkungssystem (4, 5) in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse (6) verschoben wird. Dabei schließen sich die Felder aneinander an. Die Zylinderlinse (6) besteht aus einer kammartigen Mittelelektrode (7), die sukzessive und individuell zur Erzeugung von Quadrupolfeldern beaufschlagt werden. Im Gegensatz zu der in Fig. 1 beschriebenen Anordnung ist der Teilchenstrom gegen die optische Achse durch die Zylinderlinsenordnung hindurch leicht geneigt. In bekannter Weise trifft der Teilchenstrom dann auf das als Wafer bezeichnete Objekt (9) auf. Im Ergebnis erhält man ein beschreibbares Bildfeld, das bei N Anordnungen ein Bildfeld ergibt, daß das N-fache des Scanbereiches einer einzigen Linsenordnung entspricht. Eine weitere Vergrößerung des Bildfeldes in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse ist das Resultat.

Patentansprüche

1. Elektronenoptische Linsenordnung mit weit verschiebbarer Achse, insbesondere für die Elektronenlithographie, mit einer Zylinderlinse (6) und einem Quadrupolfeld, dessen Symmetrieebene in der Mittelebene des Spaltes der Zylinderlinse (6) verläuft, wobei die fo-

kussierende Ebene des Quadrupols in Richtung des Spaltes ausgerichtet ist und die fokussierende Brechkraft der Zylinderlinse betragsmäßig doppelt so groß wie die des Quadrupols ist, dadurch gekennzeichnet, daß

- ein Ablenkungssystem (4, 5) für die geladenen Teilchen in der Ebene des Spaltes der Zylinderlinse (6) vorgeschaltet ist und
- in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse (6) mehrere, ein Quadrupolfeld erzeugende Elektroden bzw. Polschuhe vorhanden sind, die individuell und vorzugsweise sukzessive erregbar sind und
- das Quadrupolfeld entsprechend der Ablenkung des Teilchenstrahles derart verschoben wird, daß der Teilchenstrahl im Bereich des Quadrupolfeldes auftritt sowie
- eine Halterung für das Objekt (9) vorhanden ist, die senkrecht zur optischen Achse und zur Richtung des Spaltes der Zylinderlinse (6) verschiebbar ist.

2. Linsenordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Zylinder- (6) und/oder Quadrupolfeld elektrisch sind.

3. Linsenordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittelelektrode (7) der Zylinderlinse (6) in Richtung des Spaltes in einzelne elektrisch gegeneinander isolierte Bereiche unterteilt ist, die individuell ansteuerbar sind (Kammlinse).

4. Linsenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Felder symmetrisch zur Mittelebene der Linse verlaufen.

5. Linsenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mehrere Anordnungen in Richtung des Spaltes der Zylinderlinse (6) nebeneinander und aneinander anschließend.

6. Linsenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch mehrere Anordnungen senkrecht zur Richtung des Spaltes übereinander.

7. Linsenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkungssystem aus zwei in Richtung des Teilchenstrahls hintereinander angeordneten und in gegensätzliche Richtungen ablenkenden Elementen besteht, durch die eine achsparallele Strahlversetzung erzeugt wird.

8. Linsenordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Ablenkungssystem (4, 5) aus einem statischen magnetischen (5) und einem zweiten, in Richtung des Strahlenganges vorgeschalteten zeitlich veränderlichen Magnetfeld (4) aufgebaut ist.

9. Linsenordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Formung des Polschuhs des statischen Magnetfeldes (5) derart gewählt ist, daß unabhängig von der Ablenkung der austretende Teilchenstrom parallel zum einfallenden Teilchenstrom verläuft.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

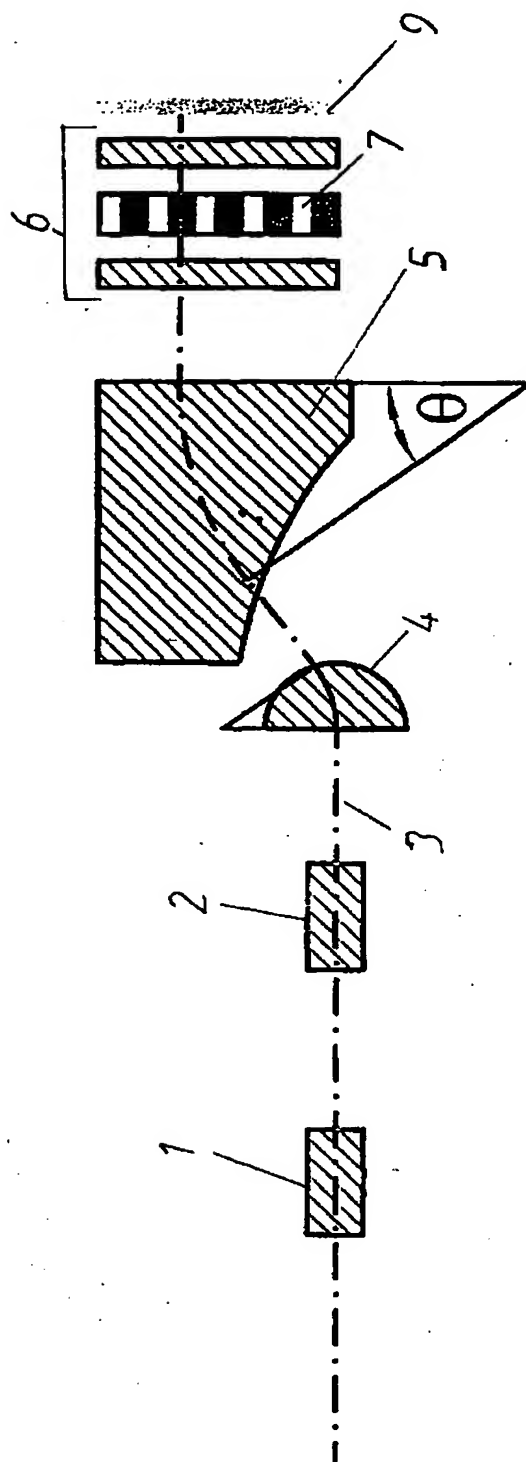


Fig. 1

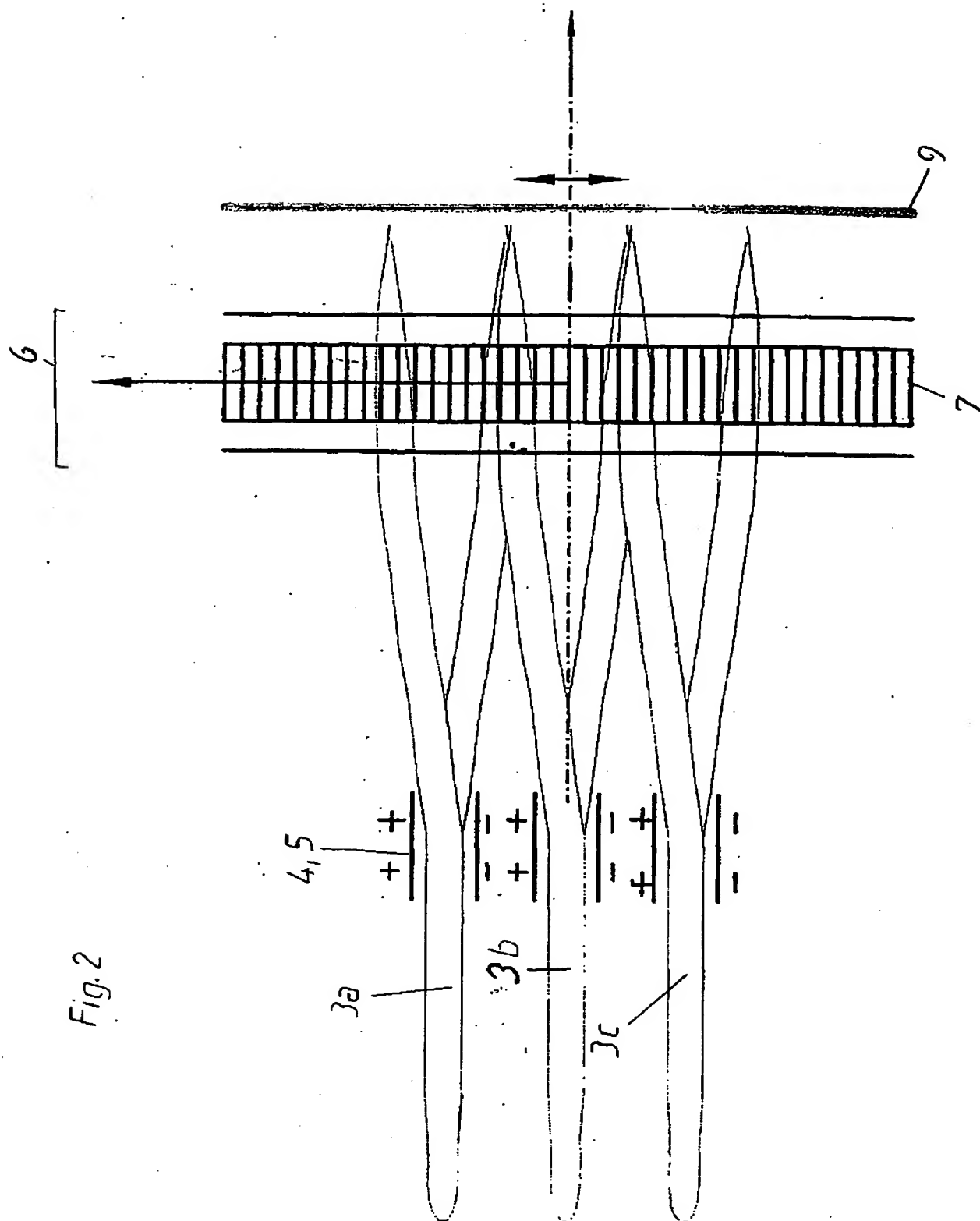


Fig. 2